

Μετα-ανάλυση: Δυσλεξία και Προτίμηση Χεριού

Κουφάκη, Αγγέλα & Παπαδάτου-Παστού, Μαριέττα

Μία από τις επικρατέστερες αιτιολογικές υποθέσεις για τη δυσλεξία είναι η υπόθεση της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης, σύμφωνα με την οποία τα άτομα που παρουσιάζουν δυσλεξία δεν έχουν αναπτύξει την τυπική, αριστερή εγκεφαλική ασυμμετρία ως προς τις γλωσσικές λειτουργίες, αλλά αντίθετα παρουσιάζουν εγκεφαλική συμμετρία ή ημισφαιρική επικράτηση της γλώσσας στο δεξιό ημισφαίριο (Heim & συν., 2004). Η πλευρίωση ως προς την προτίμηση χεριού και το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας, από την άλλη μεριά, είναι στενά συνδεδεμένα, με την προτίμηση χεριού να αποτελεί συμπεριφορικό δείκτη για τη γλωσσική πλευρίωση στον εγκέφαλο (Knecht & συν., 2000).

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης που πραγματοποίησαν οι Eglinton και Annett το 1994, πάνω στη σχέση δυσλεξίας και προτίμησης χεριού, χρησιμοποιώντας μία νέα τεχνική μετα-ανάλυσης, τους περιττούς λόγους (odds ratio) αλλά και να προβεί σε επικαιροποίηση της ανάλυσης. Στην παρούσα μελέτη συμπεριλήφθησαν οι 21 μελέτες που είχαν συμπεριληφθεί στην ανάλυση των Eglinton και Annett και 23 νέες μελέτες που προέκυψαν από αναζήτηση στις διεθνείς βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων PubMed MEDLINE και PsychInfo. Αποκλείστηκαν μελέτες στις οποίες η διάγνωση της δυσλεξίας και η αξιολόγηση της προτίμησης χεριού δεν είχαν γίνει με σαφή και αντικειμενικά κριτήρια, ενώ κριτήριο συμπερίληψης ήταν η ύπαρξη ομάδας ελέγχου. Ο συνολικός αριθμός συμμετεχόντων ήταν 16.561 άτομα (άτομα με δυσλεξία = 2.491, ομάδα ελέγχου = 14.070).

Από τη μετα-ανάλυση προέκυψε μεγαλύτερο ποσοστό μη τυπικής προτίμησης χεριού (αριστεροχειρία και αμφιδεξιότητα) στα άτομα με δυσλεξία σε

σχέση με την ομάδα ελέγχου, σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό ($p < 0,01$) και από την ποσοτικοποίηση των δεδομένων προέκυψε ότι τα άτομα με δυσλεξία έχουν 57% περισσότερες πιθανότητες (περιττός λόγος = 1,57, διάστημα εμπιστοσύνης = 1,24 – 1,99) να παρουσιάζουν μη τυπική προτίμηση χεριού από ότι η ομάδα ελέγχου. Τα ευρήματα υποστηρίζουν την υπόθεση της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης για τη δυσλεξία.

One of the most prevalent hypotheses about dyslexia is that it is caused, at least in part, by inadequate (left) brain laterisation for language (Heim et al., 2004). The incidence of handedness, a behavioural index for language lateralisation in the brain, in people with dyslexia has thus attracted great research interest. Eglinton and Annett (1994) conducted a meta-analysis of studies investigating this relationship using the χ^2 , and found elevated levels of non-right-handedness among dyslexics. The present meta-analysis aims to replicate the results by Eglinton and Annett (2004) using the odds ratio (*OR*) as the effect-size index, as well as to update their analysis. Findings support the results of Eglinton and Annett; for their data set the dyslexics to non-dyslexics *OR* was 1,61 (95% confidence interval = 1.14 – 2.27). The updated meta-analysis includes $k = 44$ studies, totaling $n = 16,561$ participants, the results of which confirm the statistically significant increase in non-right-handedness among dyslexics compared to non-dyslexics ($OR = 1.57$, 95% confidence interval = 1.24 – 1.99). The findings provide support for the hypothesis of a brain function for language that is not adequately lateralised to the left hemisphere in people with dyslexia.

Ένας μεγάλος αριθμός ερευνητικών προσπαθειών έχει αφιερωθεί τις τελευταίες δεκαετίες στην προσπάθεια να αποσαφηνιστούν τα αίτια της δυσλεξίας, απαραίτητο βήμα πριν την ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων για την αντιμετώπισή της. Σήμερα, μία από τις επικρατέστερες αιτιολογικές υποθέσεις για τη δυσλεξία είναι η υπόθεση της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης, σύμφωνα με την οποία τα άτομα που παρουσιάζουν δυσλεξία δεν έχουν αναπτύξει την τυπική, αριστερή εγκεφαλική ασυμμετρία ως προς τις γλωσσικές λειτουργίες, αλλά αντίθετα παρουσιάζουν αυξημένα ποσοστά εγκεφαλικής συμμετρίας ή ημισφαιρικής επικράτηση της γλώσσας στο δεξί ημισφαίριο (Heim & συν., 2004). Η υπόθεση αυτή έχει βρεθεί στο επίκεντρο ερευνητικών προσπαθειών ήδη από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα (Orton, 1925) και έχει παράγει πλήθος νευροψυχολογικών και νευροανατομικών ερευνών. Η πλευρίωση ως προς την προτίμηση χεριού και το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας είναι στενά συνδεδεμένα, με την προτίμηση χεριού να αποτελεί συμπεριφορικό δείκτη για τη γλωσσική πλευρίωση στον εγκέφαλο (Knecht & συν., 2000).

Οι ερευνητικές προσπάθειες που διερευνούσαν τη σχέση της δυσλεξίας με την προτίμηση χεριού είχαν καταλήξει σε αντιφατικά αποτελέσματα (Rutter & συν., 1970. Naidoo, 1972. Satz & Fletcher, 1987), γεγονός που οδήγησε την Bishop (1990) να πραγματοποιήσει ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και να αναλύσει ξανά τα δεδομένα των ερευνών αυτών συγκεντρωτικά, σε μια προσπάθεια να καταλήξει σε ένα συμπέρασμα για τη σχέση αυτή. Στην ανασκόπηση της συμπεριλήφθησαν 25 μελέτες που είχαν δημοσιευτεί από το 1932 (Monroe, 1932) έως το 1987 (Felton & συν., 1987. Pennington & συν., 1987) και είχαν καθορίσει συγκεκριμένα κριτήρια τόσο για τη διάγνωση της δυσλεξίας ή «ειδικής αναγνωστικής δυσκολίας», όσο και για την προτίμηση χεριού (βλ. κριτήρια συμπερίληψης). Εξετάζοντας τα ευρήματα αυτών των μελετών η Bishop συμπέρανε ότι οι ενδείξεις για συσχέτιση μεταξύ προτίμησης χεριού και δυσλεξίας είναι ασθενείς και αντιφατικές. Η συγκεντρωτική ανάλυση έδειξε μια σχετικά αυξημένη αναλογία μη τυπικής προτίμησης χεριού

(αριστεροχειρίας ή αμφιδεξιότητας) μεταξύ των δυσλεξικών σε σχέση με το γενικό πληθυσμό, χωρίς όμως η σχέση αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Το 1994 οι Eglinton και Annett εξέτασαν πάλι τα δεδομένα των 25 μελετών της Bishop χρησιμοποιώντας την τεχνική της μετα-ανάλυσης. Η μετα-ανάλυση επιβεβαίωσε ότι υπάρχει μια μικρή αλλά αξιόπιστα σταθερά αυξημένη συχνότητα μη τυπικής προτίμησης χεριού μεταξύ των ατόμων που έχουν δυσλεξία σε σχέση με τους μη δυσλεξικούς αναγνώστες.

Παρότι οι μελέτες των Bishop (1990) και Eglinton και Annett (1994) ήταν ιδιαίτερα αξιόλογες, εντούτοις η μεθοδολογία που χρησιμοποίησαν είχε σημαντικές παραλείψεις. Στην πρώτη δεν έγινε μετα-ανάλυση, ενώ η δεύτερη βασίστηκε στο χ^2 που δεν αποτελεί εκτιμητή μεγέθους αποτελέσματος, παρά μόνο κριτήριο υπολογισμού στατιστικής σημαντικότητας. Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν οι Eglinton και Annett (1994) χρησιμοποιώντας τους περιττούς λόγους, έναν εκτιμητή μεγέθους αποτελέσματος που χρησιμοποιείται συχνά στη μετα-ανάλυση, προκειμένου να καταλήξει σε ένα πιο ακριβές αποτέλεσμα. Ταυτόχρονα η παρούσα μελέτη προβαίνει σε επικαιροποίηση της ανάλυσης συμπεριλαμβάνοντας τις νέες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν έως το 2010.

Το βασικό πλεονέκτημα της τεχνικής των περιττών λόγων έναντι του χ^2 είναι ότι λαμβάνει υπόψη το μέγεθος του δείγματος. Με άλλα λόγια συνυπολογίζει το «βάρος» που προσδίδει κάθε μελέτη στο συγκεντρωτικό αποτέλεσμα. Επίσης, το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα δεν επηρεάζεται από τη διαβάθμιση του υπό διερεύνηση γεγονότος μεταξύ των μελετών. Στην παρούσα μετα-ανάλυση, η προτίμηση χεριού θα μπορούσε να επηρεαστεί από τα μέσα αξιολόγησής της ή από διαφορετικά κριτήρια ορισμού της προτίμησης χεριού. Επιπρόσθετα, δίνει τη δυνατότητα για ποσοτικοποίηση της διαφοράς, αν αυτή υπάρχει, και όχι μόνο για διαπίστωση της στατιστικής σημαντικότητας.

Συγκεκριμένα, σκοπός της παρούσας μετα-ανάλυσης είναι να επιβεβαιώσει ότι παρουσιάζεται μεγαλύτερη συχνότητα μη τυπικής προτίμησης χεριού σε άτομα με δυσλεξία συγκριτικά με άτομα που δεν παρουσιάζουν δυσλεξία (ομάδα ελέγχου) και να προσδιορίσει ποσοτικά το μέγεθος αυτής της διαφοράς. Επίσης, να ελέγξει αν υπάρχει σφάλμα δημοσίευσης (publication bias)¹ και αν ενδιάμεσες μεταβλητές, όπως το έτος δημοσίευσης των μελετών, το μέγεθος του δείγματος και οι ταξινομήσεις που χρησιμοποίησαν οι μελέτες ως προς την προτίμηση χεριού, επηρεάζουν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα της μετα-ανάλυσης.

Μέθοδος

Στην παρούσα μετα-ανάλυση, συμπεριλήφθησαν οι 21 έρευνες (25 σετ δεδομένων) των Eglinton και Annett (1994) και οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν έως το 2010 και ικανοποιήσουν τα ίδια κριτήρια. Για τη συλλογή των νέων ερευνών που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα μετα-ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι διεθνείς ερευνητικές βάσεις δεδομένων PubMed MEDLINE και η PsychInfo, μέσω του Πανεπιστημιακού συνδέσμου www.lib.uoa.gr. Ο συνδυασμός των λέξεων-κλειδιών που χρησιμοποιήθηκε ήταν: (*handedness* OR *hand preference* OR *laterality* OR *hand skill*) AND (*dyslexia* OR *developmental reading disorder*). Από την αναζήτηση προέκυψαν 268 αποτελέσματα και συγκεκριμένα 68 από τη διεθνή βάση δεδομένων PsychInfo και 200 από τη MEDLINE (220 εκ των οποίων στα 20 υπήρχε επικάλυψη από την PsychInfo). Από αυτές μόνο οι 23 μελέτες πληρούσαν τα κριτήρια που είχε θέσει η Bishop (1990) και είχαν ακολουθήσει οι Eglinton και Annett (1994) στη δική τους μετα-ανάλυση. Η συλλογή των δεδομένων ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2010.

Κριτήρια συμπερίληψης

¹ Μελέτες με αρνητικές ή μηδενικές αποδόσεις σπάνια δημοσιεύονται με συνέπεια τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη μετα-ανάλυση να είναι μεροληπτικά ως προς την ύπαρξη της υπό μελέτη σχέσης.

Προκειμένου να συμπεριληφθεί μια μελέτη στην παρούσα μετα-ανάλυση λήφθηκαν υπόψη τα παρακάτω κριτήρια:

1) Αποκλείστηκαν μελέτες που δεν ανέφεραν πληροφορίες για το αναγνωστικό επίπεδο των συμμετεχόντων σε συνδυασμό με τη νοημοσύνη (νοητικό πηλίκο) τους ή συμπεριλάμβαναν «φτωχούς αναγνώστες» χωρίς να αναφέρουν το νοητικό τους πηλίκο.

2) Αποκλείστηκαν μελέτες στις οποίες το κριτήριο για την αναγνωστική ικανότητα ήταν πολύ γενικό και δεν παρέπεμπε σε «ειδικές» δυσκολίες, για παράδειγμα 6 μήνες κάτω από το προσδοκώμενο αναγνωστικό επίπεδο σύμφωνα με την ηλικία και τη νοημοσύνη του παιδιού.

3) Όσον αφορά την προτίμηση χεριού, αποκλείστηκαν οι μελέτες που είχαν συλλέξει τα δεδομένα όσον αφορά τους δυσλεξικούς μέσω αυτοαναφοράς, αφού οι δυσλεξικοί αντιμετωπίζουν δυσκολία στο διαχωρισμό δεξι-αριστερό (Rutter & συν., 1970).

4) Συμπεριλήφθηκαν μόνο οι μελέτες που αξιολογούσαν την προτίμηση χεριού με αντικειμενικά κριτήρια, όπως ερωτηματολόγια προτίμησης (π.χ., Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου, Oldfield, 1971) και δοκιμασίες επιδεξιότητας.

5) Αποκλείστηκαν οι έρευνες που δεν συμπεριλάμβαναν ομάδα ελέγχου.

6) Μελέτες στις οποίες η προτίμηση χεριού δεν ήταν η βασική μεταβλητή προς διερεύνηση, αλλά παρ' όλα αυτά γινόταν αναφορά στα ποσοστά προτίμησης του χεριού -χωρίς να αποτελεί κριτήριο επιλογής των συμμετεχόντων-, συμπεριλήφθηκαν στην μετα-ανάλυση.

7) Συμπεριλήφθηκαν μόνο οι μελέτες που ήταν δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα.

Οι συμμετέχοντες που πληρούσαν τα κριτήρια της δυσλεξίας αναφέρονταν στις αρχικές μελέτες ως “retarded readers”, “specific reading disabled”, “specific reading retarded” ή “dyslexics”. Σε ορισμένες μελέτες, η ταξινόμηση ως προς την προτίμηση χεριού ήταν δεξιόχειρες και αριστερόχειρες (Δ-Α), σε άλλες

αριστερόχειρες, δεξιόχειρες και αμφιδέξιοι (A-Δ-M²), σε άλλες δεξιόχειρες και μη δεξιόχειρες (Δ-MΔ), ενώ κάποιες είχαν πιο περίπλοκες κατηγοριοποιήσεις (π.χ., Locke & Macaruso, 1999). Στην τελευταία περίπτωση ορίσαμε εμείς το κριτήριο ταξινόμησης σε αριστερόχειρες (A) και δεξιόχειρες (Δ). Στη συγκεκριμένη μελέτη τα υποκείμενα καλούνταν να απαντήσουν σε 16 δραστηριότητες χρησιμοποιώντας είτε το δεξί είτε το αριστερό τους χέρι και ως κριτήριο ταξινόμησης τέθηκε το μέσο της κλίμακας.

Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό λογισμικό πακέτο Comprehensive Meta-Analysis (v.2; Borenstein & συν., 2005). Αρχικά αναλύθηκαν τα δεδομένα των μελετών των Eglinton και Annet (1994) προς επιβεβαίωση της αρχικής μας υπόθεσης και κατόπιν αναλύθηκαν συγκεντρωτικά μαζί με τις νέες μελέτες. Στην ομάδα της μη τυπικής προτίμησης χεριού ενσωματώθηκαν οι αριστερόχειρες, οι αμφιδέξιοι και οι μη δεξιόχειρες.

Ο περιττός λόγος (odds ratio, OR) της μη τυπικής προτίμησης χεριού δυσλεξικών προς την ομάδα ελέγχου και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης (95% Δ.Ε.) υπολογίστηκαν για τα δεδομένα κάθε μελέτης χωριστά και στη συνέχεια αναλύθηκαν συνολικά για όλες τις μελέτες έτσι ώστε να υπολογιστεί το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα και να γίνει η στατιστική δοκιμή του αποτελέσματος αυτού με τη χρήση του Z-κριτηρίου.

Μία τιμή του περιττού λόγου ίση με τη μονάδα (1) αντιστοιχεί με επιβεβαίωση της μηδενικής υπόθεσης, δηλαδή ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των ομάδων που εξετάζουμε (δυσλεξικοί και ομάδα ελέγχου) ως προς την προτίμηση χεριού. Όταν ο περιττός λόγος είναι μεγαλύτερος της μονάδας, αυτό το αποτέλεσμα ερμηνεύεται ως εξής: η πρώτη ομάδα (δυσλεξικοί) έχει περισσότερες πιθανότητες να προτιμά το χέρι που μελετάμε σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

² M= Συντομογραφία από το αγγλικό mixed

Επιπλέον διερευνήθηκε η ύπαρξη ετερογένειας μεταξύ των μελετών που συμπεριλήφθησαν στη μετα-ανάλυση. Το στατιστικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το κριτήριο ομοιογένειας Q (Cohrain's Q statistic). Το Q κριτήριο εκτιμάει αν οι συμμετέχοντες στις διαφορετικές μελέτες προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό ή από διαφορετικούς πληθυσμούς. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια χρησιμοποιούμε το μοντέλο σταθερών επιδράσεων (fixed effect) για την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Στην περίπτωση στατιστικά σημαντικής ετερογένειας, χρησιμοποιείται το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (random effects). Με το στατιστικό δείκτη I^2 υπολογίζεται ο βαθμός της συνολικής διακύμανσης της ετερογένειας μεταξύ των μελετών σε ποσοστό επί της εκατό. Οι Higgins και συν., (2003) αναφέρουν ότι τιμές του I^2 της τάξεως του 25% θεωρούνται χαμηλές, του 50% μέτριες και του 75% υψηλές.

Επίσης διερευνήθηκε η ύπαρξη μεροληψίας δημοσίευσης με τη χρήση του κωνοειδούς γραφήματος του στατιστικού κριτηρίου t του Egger και του ασφαλούς μεγέθους N . Τέλος, έγινε μετα-παλινδρόμηση με το έτος δημοσίευσης των μελετών ως ενδιάμεση μεταβλητή και διαστρωματική ανάλυση για τις ταξινομήσεις που χρησιμοποίησαν οι ερευνητές ως προς την προτίμηση χεριού.

Αποτελέσματα

Στην πρώτη ανάλυση συμπεριλήφθησαν οι 21 μελέτες (25 σελ. δεδομένων) των Eglinton και Annett (1994) με συνολικό $n = 14.159$ (άτομα με δυσλεξία = 1.502, ομάδα ελέγχου = 12.657). Χρησιμοποιώντας το μοντέλο σταθερών επιδράσεων βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος είναι $OR = 1,69$, $95\% \Delta.E = 1,35-2,12$, $Z = 4,59$, $p < 0,01$. $Q(20) = 34,92$, $p < 0,01$ και ότι η διακύμανση μεταξύ των μελετών κυμαίνεται από χαμηλή προς μέτρια ($I^2 = 42,74\%$). Λόγω της ύπαρξης ετερογένειας προσφύγαμε σε ανάλυση με βάση το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων και βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος είναι $OR = 1,61$, $95\% \Delta.E = 1,14-2,27$, $Z = 2,71$, $p < 0,01$. Από την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν 61%

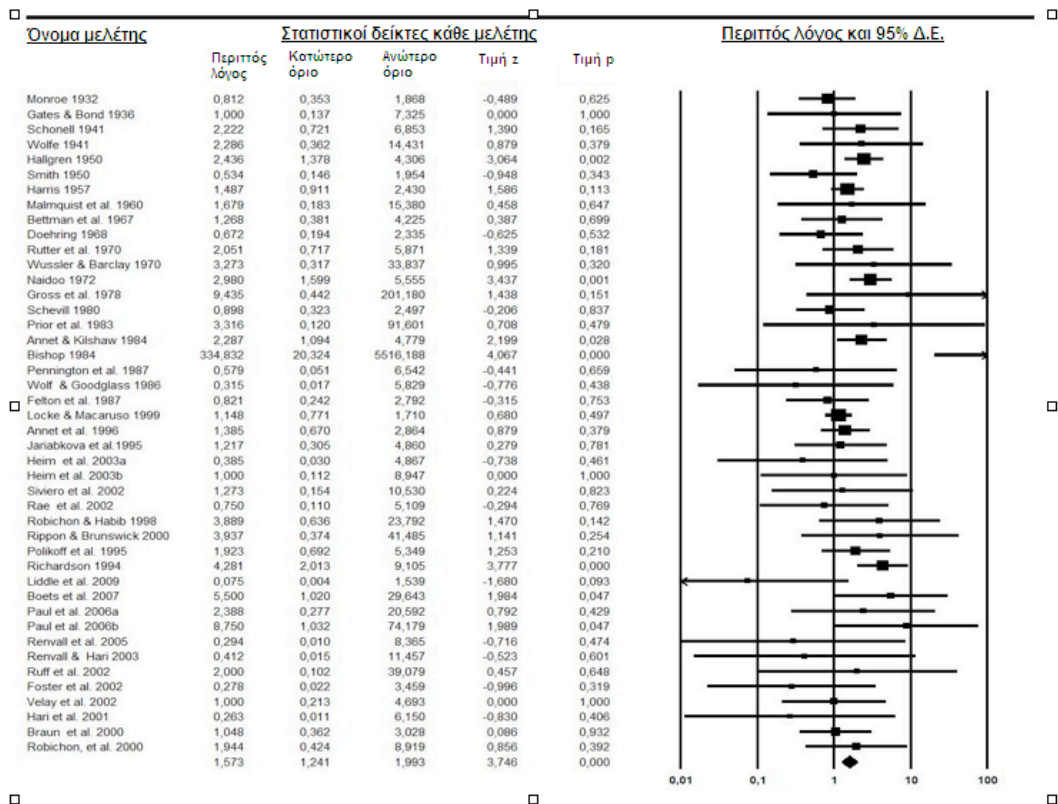
περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάζουν μη τυπική προτίμηση σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Από τη συγκεντρωτική ανάλυση των 44 μελετών με $n = 16.561$ (άτομα με δυσλεξία = 2491, ομάδα ελέγχου = 14.070) χρησιμοποιώντας το μοντέλο σταθερών επιδράσεων, βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος είναι $OR = 1,59$, $95\% \Delta.E. = 1,34-1,88$, $Z = 5,42$, $p = 5,94$, $Q(43) = 62,64$, $p < 0,05$, με χαμηλή διακύμανση μεταξύ των μελετών ($I^2 = 31,36\%$). Κατά συνέπεια, λόγω της ύπαρξης ετερογένειας προσφύγαμε σε ανάλυση με βάση το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων και βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος είναι $OR = 1,57$, $95\% \Delta.E = 1,24-1,99$, $Z = 3,75$, $p < 0,01$. Από την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν 57% περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάζουν μη τυπική προτίμηση σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται το δενδρόγραμμα της μετα-ανάλυσης.

Σφάλμα δημοσίευσης

Όλες οι μελέτες ($n = 44$) εξετάστηκαν για την ύπαρξη σφάλματος δημοσίευσης. Χρησιμοποιώντας το στατιστικό κριτήριο t του Egger, $t(42) = 0,40$, $p = 0,35$, δε βρέθηκε σφάλμα δημοσίευσης, όπως φαίνεται και από το κωνοειδές διάγραμμα (βλ. Σχήμα 2). Χρησιμοποιώντας το ασφαλές μέγεθος N , βρήκαμε $N = 164$. Η μεγάλη τιμή του N , ξεπερνάει ακόμα και τον αριθμό των υπό μελέτη ερευνών και επιβεβαιώνει τη σχετική εμπιστοσύνη που υπάρχει στο ότι τα αποτελέσματα της παρούσας μετα-ανάλυσης δεν οφείλονται σε μεροληψία δημοσίευσης.

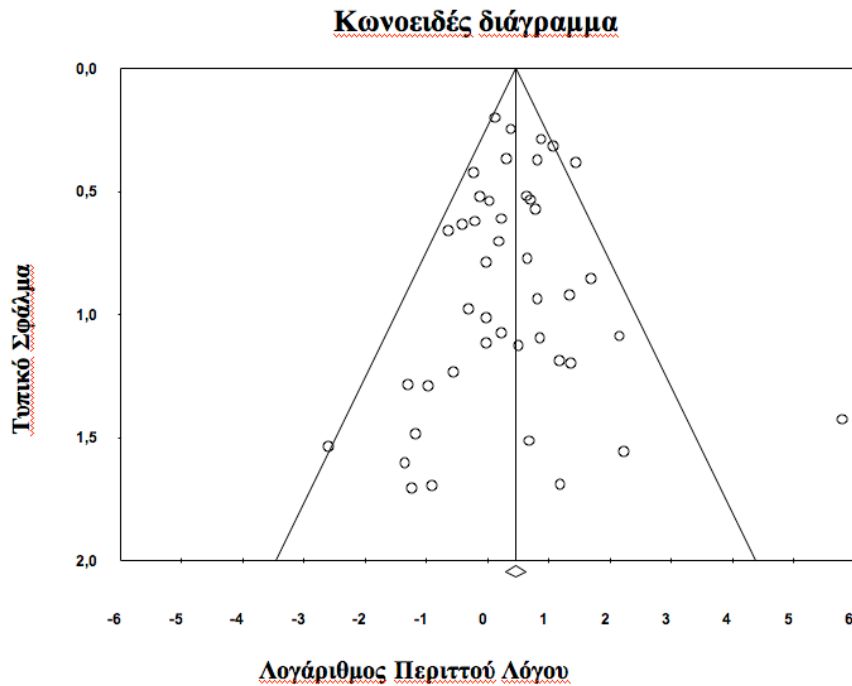
Σχήμα 1. Δενδρόγραμμα που παρουσιάζει τους περιττούς λόγους μη τυπικής προτίμησης χεριού των ατόμων με δυσλεξία προς την ομάδα ελέγχου. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για κάθε μελέτη αναπαρίσταται από μία οριζόντια γραμμή



και το μέγεθος αποτελέσματος από ένα τετράγωνο σημείο. Το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα αναπαρίσταται από το ρόμβο στην τελευταία σειρά του δενδρογράμματος.

Ενδιάμεσες μεταβλητές

Εφαρμόστηκε μετα-παλινδρόμηση προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο το έτος δημοσίευσης των μελετών και η ταξινόμηση που χρησιμοποίησαν ως προς την προτίμηση χεριού επηρεάζουν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα της μετα-ανάλυσης. Για καμία από αυτές τις μεταβλητές δε βρέθηκε ότι επηρεάζουν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, μελέτες που είχαν δημοσιευτεί παλαιότερα δεν έδωσαν διαφορετικά αποτελέσματα από νεότερες μελέτες, $Q(1) = 0,05, p = 0,82$. Επίσης, οι διαφορετικές ταξινομήσεις



Σχήμα 2. Κωνοειδές διάγραμμα για τον έλεγχο σφάλματος δημοσίευσης

ως προς την προτίμηση χεριού δεν επηρέασαν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα, $Q(2) = 1,31, p = 0,52$. Όμως, οι μελέτες που χρησιμοποίησαν την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - αριστερόχειρες (Α) - αμφιδέξιοι (Μ) ($n = 20$) δεν παρουσίασαν ετερογένεια μεταξύ τους, $I^2 = 0\%$, ενώ οι μελέτες που χρησιμοποίησαν την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) ($n = 17$) ή την ταξινόμηση μη δεξιόχειρες (ΜΔ) – δεξιόχειρες (Δ) ($n = 7$) παρουσίασαν ετερογένεια, $I^2 = 53,49\%$ και $I^2 = 5,03\%$ αντίστοιχα.

Συμπεράσματα

Από τη ανάλυση των αποτελεσμάτων η αρχική μας υπόθεση επιβεβαιώθηκε καθώς προέκυψε μεγαλύτερο ποσοστό μη τυπικής προτίμησης χεριού (αριστεροχειρία ή αμφιδεξιότητα) σε άτομα με δυσλεξία σε σχέση με την ομάδα ελέγχου σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό, τόσο στις μελέτες των Eglinton και Annet (1994), όσο και στις νεότερες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν μέχρι το 2010. Από την ποσοτικοποίηση του μεγέθους της διαφοράς βρέθηκε ότι στις 21 μελέτες των Eglinton και Annett, οι δυσλεξικοί παρουσίαζαν 61% περισσότερες πιθανότητες να

εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού σε σύγκριση με τους μη δυσλεξικούς, ενώ από την επικαιροποίηση του αποτελέσματος το ποσοστό αυτό υπολογίστηκε σε 57%. Το ποσοστό αυτό δεν φάνηκε να επηρεάζεται από ενδιάμεσες μεταβλητές, όπως το έτος δημοσίευσης, το μέγεθος του δείγματος κάθε μελέτης και η ταξινόμηση που χρησιμοποίησαν οι μελετητές ως προς την προτίμηση χεριού. Επιπλέον, βρέθηκε ότι τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δεν οφείλονται σε μεροληψία δημοσίευσης.

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης παρέχουν υποστήριξη στην υπόθεση της ελλειπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης των ατόμων με δυσλεξία.. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν μη τυπική εγκεφαλική πλευρίωση ως προς τη γλώσσα, δηλαδή εγκεφαλική συμμετρία ή ημισφαιρική επικράτηση της γλώσσας στο δεξί ημισφαίριο, σε μεγαλύτερο ποσοστό από το γενικό πληθυσμό. Εύρημα το οποίο συμφωνεί με αυτό των Nicolson και συνεργατών (2001), ότι η δυσλεξία στο 80% των περιπτώσεων σχετίζεται με την μη τυπική εγκεφαλική οργάνωση, ανατομικά και λειτουργικά.

Θα ήταν χρήσιμο να μελετηθεί στα πλαίσια μελλοντικών ερευνών κατά πόσο διαφορετικού τύπου δυσκολίες των δυσλεξικών ατόμων συνδέονται με διαφορετικές εκτροπές από την τυπική εγκεφαλική ασυμμετρία (Leonard & Eckert, 2008). Από το 1985, η γενετική θεωρία της Annet (1985) προέβλεπε ότι οι φτωχοί αναγνώστες που παρουσιάζουν φωνολογικού τύπου δυσκολίες είναι πιθανότερο να είναι αριστερόχειρες από ότι οι φτωχοί αναγνώστες που δεν έχουν τέτοιου τύπου δυσκολίες αλλά έχουν πρόβλημα μνήμης και οπτικών συνόλων. Οι Leonard και Eckert (2008), πραγματοποίησαν ανασκόπηση των δικών τους μελετών και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα άτομα με φτωχή ικανότητα αναγνώρισης μεμονωμένων λέξεων έχουν συμμετρικούς εγκεφάλους, ενώ το αντίθετο, μία ενίσχυση της τυπικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας παρατηρείται στα άτομα με ανεπάρκεια στη φωνολογική επεξεργασία κατά την ανάγνωση. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι Leonard και Eckert (2008) αναφέρονται σε νευροανατομικές μελέτες,

αφήνοντας ανοικτό το ενδεχόμενο να μην ισχύουν τα ίδια φαινόμενα όσον αφορά τη λειτουργική (και όχι την ανατομική) εγκεφαλική ασυμμετρία. Πράγματι, τα αποτελέσματα μίας μελέτης πάνω στη λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία με τη χρήση λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler που πρόσφατα δημοσιεύτηκε από τις Illingworth και Bishop (2009) έδειξε ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα από αυτά των Leonard και Eckert (2008), και συγκεκριμένα ότι ενήλικες με ελαφριάς μορφής προβλήματα φωνολογικής επεξεργασίας, παρουσιάζουν μειωμένα επίπεδα τυπικής, αριστερής ασυμμετρίας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Από την ανασκόπηση της παλαιότερης και σύγχρονης βιβλιογραφίας δεν προέκυψαν αρκετά στοιχεία, σχετικά με τις δυσκολίες των ατόμων με δυσλεξία, που να μας επιτρέψουν αν υποβάλουμε τα δεδομένα της παρούσας μετα-ανάλυσης σε παρόμοια διερεύνηση. Προτείνουμε μελλοντικές έρευνες να διαχωρίζουν με σαφή κριτήρια τις υπό μελέτη ομάδες των δυσλεξικών σε σχέση με τις φωνολογικές δυσκολίες.

Η πλευρίωση ως προς τη χρήση του ενός χεριού και το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας είναι στενά συνδεδεμένα, με την ημισφαιρική επικράτηση να αποτελεί προϋπόθεση της γλωσσικής ανάπτυξης του ατόμου. Από την ανασκόπηση της παλαιότερης και σύγχρονης βιβλιογραφίας και από την ποσοτική ανάλυση των δεδομένων καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν μεγαλύτερα ποσοστά μη τυπικής προτίμησης χεριού (αριστεροχειρία ή αμφιδεξιότητα), εύρημα το οποίο ενισχύει τη θεωρητική υπόθεση σχετικά με το νευροβιολογικό υπόστρωμα της δυσλεξίας. Παρά το γεγονός ότι το αποτέλεσμα της παρούσας μετα-ανάλυσης είναι αξιόπιστο, η αριστεροχειρία από μόνη της δεν αποτελεί επαρκή λόγο για την εμφάνιση μαθησιακής διαταραχής, γι' αυτό δεν πρέπει κανείς να οδηγείται σε αυθαίρετες γενικεύσεις του τύπου ότι τα αριστερόχειρα παιδιά βρίσκονται σε κίνδυνο να εμφανίσουν δυσλεξία.

Βιβλιογραφία

Με ένα αστερίσκο (*) σημειώνονται οι μελέτες που συμπεριλήφθησαν στη μετα-ανάλυση των Eglinton και Annett (1994) και με δύο αστερίσκους (**) οι μελέτες που διεξήχθησαν έως σήμερα και συμπεριλήφθησαν στην επικαιροποίηση της μετα-ανάλυσης.

*Annet, M. & Kilshaw, D. (1984). Lateral preference and skill in dyslexics: implications of the right shift theory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 25: 357-377.

Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

**Annett, M., Eglinton, E. & Smythe, P. (1996). Types of dyslexia and the shift to dextrality. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37: 167-180.

*Bettman, J. W., Stern, E. L., Whitsell, L. J. & Gofman, H. F. (1967). Cerebral dominance in developmental dyslexia. *Archives of Ophthalmology*, 78: 722-729.

*Bishop, D. V. M. (1984). Using non-preferred hand skill to investigate pathological left-handedness in an unselected population. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 26: 214-226.

Bishop, D. V. M. (1990). *Handedness and developmental disorder*. Oxford: Blackwell.

**Boets, B., De Smedt, B., Wouters, J., Lemay, K. & Ghesquière, P. (2007). No relation between 2D:4D fetal testosterone marker and dyslexia. *Neuroreport*, 18(14): 1487-1491.

Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J. & Rothstein, H. (2005). *Comprehensive Meta-Analysis (Version 2)* [Computer software]. Englewood, NJ: Biostat.

- **Braun, C. M. J., Archambault, M-A., Daigneault, S. & Larocque, C. (2000). Right body side performance decrement in congenitally dyslexic children and left body side performance decrement in congenitally hyperactive children. *Neuropsychiatry Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 13(2): 89-100.
- *Doehring, D. G. (1968). *Patterns of impairment in specific reading disability*. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Eglinton, E. & Annett, M. (1994). Handedness and dyslexia: A meta-analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 79: 1611-1616.
- *Felton, R. H., Wood, F. B., Brown, I. S., Campbell, S. K. & Harter, M. R. (1987). Separate verbal memory and naming deficits in attention deficit disorder and reading disability. *Brain and Language*, 31: 171-184.
- **Foster, L. M., Hynd, G. W., Morgan, A. E. & Hugdahl, K. (2002). Planum temporale asymmetry and ear advantage in dichotic listening in Developmental Dyslexia and Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(1): 22-36.
- *Gates, A. L. & Bond, G. L. (1936). Relation of handedness, eye-sighting and acuity dominance to reading. *Journal of Educational Psychology*, 27: 450-456.
- *Gross, K., Rothenberg, S. & Schottenfeld, S. (1978). Duration thresholds for letter identification in left and right visual fields for normal and reading disabled children. *Neuropsychologia*, 16: 709-715.
- *Hallgren, B. (1950). Specific dyslexia ("congenital word-blindness"): a clinical and genetic study. *Acta Psychiatrica et Neurologica*, Suppl.65, 65: 1-287
- **Hari, R., Renvall, H. & Tanskanen, T. (2001). Left minineglect in dyslexic adults. *Brain*, 124: 1373-1380.
- *Harris, A. J. (1957). Lateral dominance, directional confusion, and reading disability. *Journal of Psychology*, 44: 283-294.

- Heim, S., Kissler J., Elbert, T. & Rockstroh, B. (2004). Cerebral lateralization in schizophrenia and dyslexia: neuromagnetic responses to auditory stimuli. *Neuropsychologia*, 42(5): 692-697.
- **Heim, S., Eulitz, C. & Elbert, T. (2003a). Altered hemispheric asymmetry of auditory P100m in dyslexia. *European Journal of Neuroscience*. 17: 1715–1722.
- **Heim, S., Eulitz, C. & Elbert, T. (2003b). Altered hemispheric asymmetry of auditory N100m in adults with developmental dyslexia. *NeuroReport*, 14: 501-504.
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J. & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, 327: 557–560.
- Illingworth, S. & Bishop, D. V. M. (2009). Atypical cerebral lateralisation in adults with compensated developmental dyslexia demonstrated using functional transcranial Doppler ultrasound. *Brain and Language*, 111: 61-65.
- **Jariabkova, K., Hugdahl, K. & Glos, J. (1995). Immune disorders and handedness in dyslexic boys and their relatives. *Scandinavian Journal of Psychology*, 36: 355-362.
- Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Flöel, A., Ringelstein, E.B. & Henningsen, H. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123(12): 2512-2518.
- Leonard, C. M. & Eckert, M. A. (2008). Asymmetry and dyslexia. *Developmental Neuropsychology*, 33: 663-681.
- **Liddle, E. B., Jackson, G. M., Rorden, C. & Jackson, S. R. (2009). Lateralized temporal order judgement in dyslexia. *Neuropsychologia*, 47(14): 3244-3254.
- **Locke, J. L. & Macaruso, P. (1999). Handedness in developmental dyslexia: direct observation of a large sample. *Journal of Neurolinguistics*, 12: 147-156.
- *Malmquist, E. (1960). *Factors related to reading disabilities in the first grade of the elementary school*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

- *Monroe, M. (1932). *Children who cannot read*. Chicago, IL. University of Chicago Press.
- *Naidoo, S. (1972). *Specific dyslexia*. London: Pitman.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A.J. & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 24(9): 508-511.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9: 97-113.
- Orton, S.T. (1925). "Word-Blindness" in School Children. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 14: 581-615
- **Paul, I., Bott, C., Heim, S., Wienbruch, C. & Elbert, T. R. (2006a). Phonological but not auditory discrimination is impaired in dyslexia. *European Journal of Neuroscience*, 24 (10): 2945-2953.
- **Paul, I., Bott, C., Heim, S., Eulitz, C. & Elbert, T. R. (2006b). Reduced hemispheric asymmetry of the auditory N260m in dyslexia. *Neuropsychologia*, 44: 785-794.
- *Pennington, B. F., Smith, S. D., Kimberling, W. J., Green, P. A. & Haith, M. M. (1987). Left-handedness and immune disorders in familiar dyslexics. *Archives of Neurology*, 44: 634-639.
- **Polikoff, B. R., Evans, B. J. & Legg, C. R. (1995). Is there a visual deficit in dyslexia resulting from a lesion of the right posterior parietal lobe? *Ophthalmic & Physiological Optics*, 15(5): 513-517.
- *Prior, M. R., Frolley, M., & Sanson, A. (1983). Language lateralization in specific reading retarded children and in backward readers. *Cortex*, 19: 149-163.
- **Rae, C., Harasty, J. A., Dzendrowskyj, T. E., Talcott, J. B., Simpson, J. M., Blamire, A. M, Dixon, R. M., Lee, M. A., Thompson, C. H., Styles, P., Richardson, A. J. & Stein, J. F. (2002). Cerebellar morphology in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 40(8): 1285-1292.

- **Renvall, H. & Hari, R. (2003). Diminished auditory mismatch fields in dyslexic adults. *Annals of Neurology*, 53(5): 551-557.
- **Renvall, H., Lehtonen, R. & Hari, R. (2005). Abnormal response recovery in the right somatosensory cortex of dyslexic adults. *Cerebral Cortex*, 15, 507–513.
- **Richardson, A. (1994). Dyslexia handedness and syndromes of psychosis-proneness. *International Journal of Psychophysiology*, 18: 251-263.
- **Rippon, G. & Brunswick, N. (2000). Trait and state EEG indices of information processing in developmental dyslexia. *International Journal of Psychophysiology*, 36(3): 251-265.
- **Robichon, F. & Habib, M. (1998). Abnormal callosal morphology in male adult dyslexics: relationships to handedness and phonological abilities. *Brain and Language*, 62(1): 127-146.
- **Robichon, F., Lévrier, O., Farnarier, P. & Habib, M. (2000). Developmental dyslexia: atypical cortical asymmetries and functional significance. *European Journal of Neurology*, 7(1): 35-46.
- **Ruff, S., Cardebat, D., Marie, N. & Demonet, J. F., (2002). Enhanced response of the left frontal cortex to slowed down speech in dyslexia: an fMRI study. *Neuroreport*, 13(10): 1285-1289.
- *Rutter, M., Tizard, J. & Whitmore, K. (1970). *Education, Health and Behavior*. London: Longman.
- Satz P., & Fletcher, J. M. (1987). Left-handedness and dyslexia: An old ,myth revisited. *Journal of Pediatric Psychology*, 12: 291-298.
- *Schevill, H. S. (1980). Tactile learning, handedness and reading disability. In J. Herron (Ed.), *The neuropsychology of left-handedness*. New York: Academic Press. Pp. 331-351.
- *Schonell, F. J. (1941). The relation of reading disability to handedness and certain ocular factors: Part II. *British Journal of Educational Psychology*, 11: 20-27.

- **Siviero, M. O., Rysovas, E. O., Juliano, Y., Del Porto, J.A. & Bertolucci, P.H. (2002). Eye-hand preference dissociation in obsessive-compulsive disorder and dyslexia. *Arquivos Neuro-Psiquiatria*, 60: 242-245.
- *Smith, L. (1950). A study of laterality characteristics of retarded readers and reading achievers. *Journal of Experimental Education*, 18: 321-329.
- **Velay, J. L., Daffaure, V., Giraud, K. & Habib, M. (2002). Interhemispheric sensorimotor integration in pointing movements: a study on dyslexic adults. *Neuropsychologia*, 40: 827-834.
- *Wolf, M. & Goodglass, H. (1986). Dyslexia, dysnomia, and lexical retrieval: a longitudinal investigation. *Brain and Language*, 28: 154-168.
- *Wolfe, L. S. (1941). Differential factors in specific reading disability: 1. Laterality of function. *Journal of Genetic Psychology*, 58: 45-56.
- *Wussler, M. & Barclay, A. (1970). Cerebral dominance, psycholinguistic skills and reading disability. *Perceptual and Motor Skills*, 31: 45-56.